

FOTO-INTERPRETACIÓN GEOMORFOLÓGICA APLICADA AL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL RELIEVE.

Geomorphological photo-interpretation applied to study of landscape evolution

Alberto González (*) y Manuel Moñino (**)

RESUMEN:

En este taller se muestra un ejemplo de la aplicación de la cartografía geomorfológica a los estudios de evolución del relieve. Se discuten los procesos geomorfológicos más sobresalientes del área de estudio; señalando, para cada uno de ellos, los rasgos más importantes que se emplean en su caracterización. Se muestran criterios para el reconocimiento de los mismos en fotografías aéreas así como ejemplos de su foto-interpretación. Posteriormente, se inicia a los alumnos en la cartografía de los rasgos foto-interpretados sobre las bases topográficas más convencionales. Se señalan aquellas morfologías susceptibles para datación, se muestran las zonas más favorables para la misma, así como ejemplos de dataciones efectuadas en dichos puntos.

Por último, se presentan ejemplos de modelos de evolución del relieve, generados a partir de los datos y esquemas usados en el taller.

ABSTRACT:

In this workshop an example of the application of the geomorphological mapping techniques to landscape evolution studies is shown. The most important geomorphological processes of the study area are discussed, pointing out, for each one of them, the meaningful features that are used in their characterisation. Geomorphological criteria for the recognition of the same ones in air-photo, as well as examples of their photo-interpretation are shown. Examples of these features are mapping on conventional topographical bases by the students.

Those areas where there are morphologies susceptible for dating are pointed out and mapped. In some of these areas examples of chronologies are presented. Finally, some examples of landscape evolution models based on the previously data are discussed.

Palabras clave: *Evolución del relieve, procesos geomorfológicos, técnicas de datación, cartografía geomorfológica, foto-interpretación.*

Keywords: *Landscape evolution, geomorphological processes, dating techniques, geomorphological mapping, air photo-interpretation.*

INTRODUCCIÓN

El paisaje es el resultado de la acción individual o conjunta de los procesos geológicos externos e internos a lo largo de la historia. Esta circunstancia, ha condicionado el carácter dinámico del mismo. El paisaje no ha permanecido estático a lo largo de la historia terrestre; ha cambiado al mismo ritmo que lo han hecho las variables de las que depende.

Los **estudios de evolución del relieve**, no sólo se centran en el análisis del paisaje de una región y de cómo ha evolucionado éste a lo largo de la historia geológica; sino que reflejan un conocimiento estrecho de los factores controladores de la morfogénesis. Además, estos trabajos profundizan en la dimensión temporal de los procesos modeladores del paisaje y de las morfologías resultantes. Para ello se emplean métodos y técnicas de datación, tanto absolutos como relativos. La representación cartográfica de los rasgos geomorfológicos analiza-

dos es de vital importancia en este tipo de estudios. La correcta representación cartográfica de todos los factores y rasgos identificados en el paisaje permite establecer correlaciones entre los mismos que ayudan a reconstruir la evolución del relieve.

Los estudios de evolución del relieve tienen un enfoque muy aplicado, sobre todo en el campo de los riesgos geológicos, pues sirven de base para reconocer la dimensión temporal de los procesos presentes; en especial los más peligrosos para el desarrollo humano (movimientos de ladera, inundaciones, cambios del nivel del mar, etc.).

Si bien los estudios de evolución del relieve se han realizado desde los albores de la geomorfología, no han tenido mucho reflejo en el ámbito académico de la Enseñanza Secundaria. En este entorno es principalmente la morfogénesis quien más se ha desarrollado. Dada la carencia de información de base al respecto, y merced al impulso que han cobrado los

(*) Dpto. C.I.T.I.M.A.C., Fac. de Ciencias. Univ. de Cantabria. Avda. de Los Castros, s/n. 39005 Santander.

(**) IES El Alisal, Santander



estudios de la evolución del paisaje en la última década, se ha considerado la oportunidad de presentar un taller donde se señalen todos aquellos aspectos prácticos, que sirven de base, *a posteriori*, para una profundización teórica por parte del profesorado.

OBJETIVOS

Mostrar al alumnado algunos de los criterios usados en la foto-interpretación de rasgos geomorfológicos y en su representación cartográfica con el fin de elaborar de un hipotético estudio de evolución del relieve.

METODOLOGÍA

Este taller se ha dividido en dos partes. En la primera, por medio de diapositivas, se presentan aquellos rasgos y criterios morfológicos más relevantes en la interpretación de estos fenómenos. En este caso, se han escogido los mismos procesos que se plantean en la excursión b.1 desarrollada en este simposio ("Excursión por las cuencas de los ríos Pas y Pisueña. Un ejemplo didáctico de la evolución del relieve cuaternario en la Cornisa Cantábrica Oriental"): procesos de ladera, glaciares y fluviales.

En la segunda parte, se mostrarán algunos aspectos concretos de la foto-interpretación geomorfológica y de las leyendas que se usan, pasándose a continuación a la foto-interpretación propiamente dicha y a la cartografía de fotos aéreas seleccionadas de la zona de excursión.

En otros contextos se recomienda realizar la primera parte utilizando ejemplos de rasgos y procesos geomorfológicos propios de cada entorno regional. Los ejercicios de fotointerpretación de la segunda parte pueden reproducirse directamente o bien readaptarlos a otras colecciones de fotografías aéreas.

En detalle, la metodología seguida en el siguiente taller parte del uso de las técnicas clásicas de la foto-interpretación. Con ellas se elaborará una cartografía geomorfológica en la que se ponga de manifiesto las relaciones espaciales existentes entre los diferentes rasgos analizados, así como del grado de erosión/conservación de los mismos, estableciendo una cronología relativa de dichos procesos.

Posteriormente, se lleva a cabo una selección de lugares apropiados para la toma de muestras con el fin de efectuar una hipotética campaña futura de datación absoluta.

La cronología propuesta por los alumnos se puede comparar con los modelos de evolución climática propuesto para la región (Moñino y Cendrero, 1987; Salas, 1993, González *et al.*, 1995), con el fin de determinar las posibles relaciones entre fluctuaciones climáticas y procesos. tuaciones climáticas y procesos.

MATERIALES

Para llevar a cabo este taller se necesita el siguiente material:

- 10 estereoscopios,
- 3 pares de fotografías aéreas del área de estudio correspondientes a los siguientes vuelos: primer par, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Diputación Regional de Cantabria, año 1988, escala 1/15.000, pasada 13, fotogramas 3915-3914; segundo par, ICONA, escala 1/20.000, año 1970, pasada 15, fotogramas 0641-0642; tercer par, "Vuelo americano", escala 1/33.000, año 1957, pasada 9, fotogramas 55735-55734.
- mapas topográficos del área cubierta por cada par de fotografías
- material de escritorio.

Cada par de fotografías debe incluir rasgos correspondientes de al menos tres de los procesos señalados.

El número de alumnos que se considera recomendable para realizar el taller es de 20, divididos en grupos de 2 personas por estereoscopio. La duración de la actividad, incluyendo teoría y práctica, es de 3 horas.

DESCRIPCIÓN DEL TALLER

Los procesos externos considerados en este taller (glaciares-periglaciares, de ladera, y fluviales) se representaran en un mapa geomorfológico, utilizando una leyenda (Fig. 1). En dicho mapa se incluirán tanto formas como depósitos (con excepción de los suelos y coluviones de poco espesor). Dentro de los procesos fluviales también se cartografiaran las antiguas superficies de erosión y laderas del valle. Cada uno de los procesos antes descritos se representará mediante un color. En trazo continuo las formas y en trazo discontinuo los depósitos.

Procesos de ladera	
1 corona, escarpe conservado	
2 corona erosionada	
3 corona desmantelada	
4 superficie de acumulación	
5 área con reptación	
Procesos fluviales	
6 escarpes	
7 escarpe con gran salto	
8 cono aluvial	
9 cabecera de cono aluvial	
10 límite interno de terraza	
11 depósito fluvial	
12 red de drenaje permanente	
13 red de drenaje estacional	

Figura 1a. Leyenda de rasgos morfológicos.

Procesos Kársticos	
14 dolinas	
15 campo de dolinas	
Procesos Glacial-Periglacial	
16 coronas de nichos	
17 depósitos	
18 cubetas de erosión	

Superficies de erosión	
19 límites de superficie antigua	
20 antiguo fondo de valle	
Curvas de nivel	

Figura 1b. Leyenda de rasgos morfológicos.

Los movimientos de terreno

Se describirá qué es un movimiento de ladera (argayo¹; González, 1995), qué tipos existen, cómo se clasifican y cuáles son sus elementos internos. Para cada argayo identificado se señalará el

área de depósito y la corona o zona de erosión (Fig. 2). Las coronas se clasificaran, de acuerdo con su grado de conservación, en tres categorías: coronas conservadas, coronas erosionadas o coronas desmanteladas.

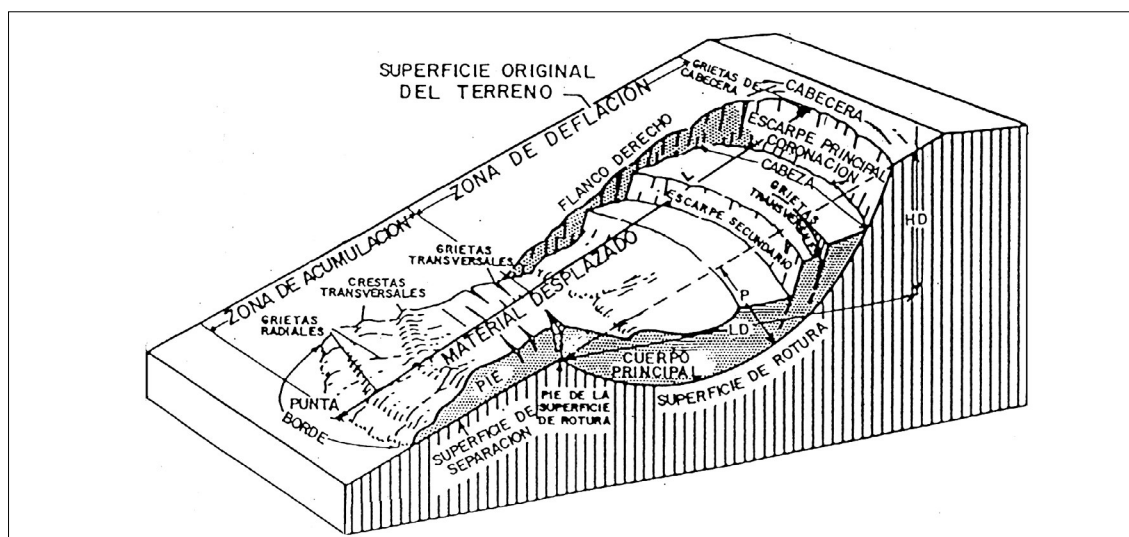


Figura 2. Esquema de un movimiento de ladera en el cual se aprecian sus rasgos internos:

a. Cabeza: parte superior del material deslizado; b. Coronación: lugar geométrico de los puntos más altos del contacto entre el material deslizado y el escarpe principal; c. Pie de la superficie de rotura: intersección de la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno; d. Borde del material deslizado: límite del material deslizado más alejado del escarpe principal; e. Punta: extremo del borde más distante de la coronación; f. Pie: porción del material deslizado, que so apoya sobre el terreno original a partir de la superficie de rotura; g. Cuerpo principal: porción del material deslizado apoyado sobre la superficie de rotura entre su pie y el escarpe principal; h. Flancos laterales del deslizamiento (derecho e izquierdo); i. Cabecera: material prácticamente (in situ) adyacente a la parte superior del escarpe principal; j. Superficie original del terreno: talud existente antes de ocurrir el movimiento. Puede considerarse como tal la superficie de un antiguo deslizamiento estabilizado; k. Superficie de rotura: superficie a través de la cual tiene lugar el movimiento; l. Superficie de separación: superficie que limita el material deslizado del terreno original; ll. Material deslizado: masa de material movida hacia fuera del talud, desde su posición original en el mismo. Puede encontrarse en un estado deformado; m. Zona de deflación: área dentro de la cual, el material deslizado se encuentra por debajo de la superficie original del terreno; n. Escarpe principal: superficie que se forma sobre el terreno no deslizado en la periferia del deslizamiento. Se desarrolla a causa del movimiento del material deslizado hacia abajo y adentro respecto del material intacto; o. Escarpe secundario: superficie escarpada que se forma dentro del material deslizado debido a movimientos diferenciales del mismo. El material deslizado se dispone por encima de la superficie original del terreno. P: máxima profundidad del deslizamiento medida perpendicularmente al plano del talud. L: máxima longitud del deslizamiento medida en el plano del talud. HD: altura del deslizamiento medida entre la cabecera y el pie, en una misma sección. LD: distancia horizontal desde el pie a la cabecera, medida en una sección longitudinal del deslizamiento. (Modificado por González, 1995).

(1) Según la definición del D.R.A.E. de la Lengua (1999) el término "argayo" se utiliza en Asturias, Cantabria y Vizcaya para definir "una porción de tierra y piedras que se desprende y cae deslizando por la ladera de un monte".

Para ello se usarán los siguientes criterios. Las coronas conservadas no presentan signos de erosión perceptibles, las coronas erosionadas aparecen en algunos puntos destruidas por la erosión y las coronas dismanteladas se asocian a depósitos de argayos en los que la corona ha desaparecido, identificándose ésta por contexto y por algunos rasgos morfológicos que delimitan la posible área fuente.

Se medirá la superficie del argayo desglosada en dos: la superficie del depósito y la superficie del área de acumulación. Estos datos se calculan directamente sobre el mapa. La superficie total del rasgo es la constituida por el área de acumulación más el área de erosión, mientras que la superficie realmente utilizada para la posterior cubicación del argayo es únicamente la constituida por el área de acumulación.

La pendiente del área movida se determina a través del cociente entre la medida horizontal (sobre el mapa) desde la cabecera al pie del argayo y la diferencia de altura entre los mismos puntos. El espesor medio aparente de cada argayo se calcula a través de la elaboración de cortes topográficos sobre el depósito analizado.

La cronología relativa del rasgo se asigna por la presencia/ausencia de una serie de rasgos internos. Entre otros, se considera el estado de conservación de la corona y del depósito, la presencia y tipo de la vegetación que hay sobre éstos y si ésta es o no original, la presencia de diversos rasgos morfológicos internos, así como la relación cartográfica existente entre el argayo analizado y otros procesos vecinos (Fig. 3).

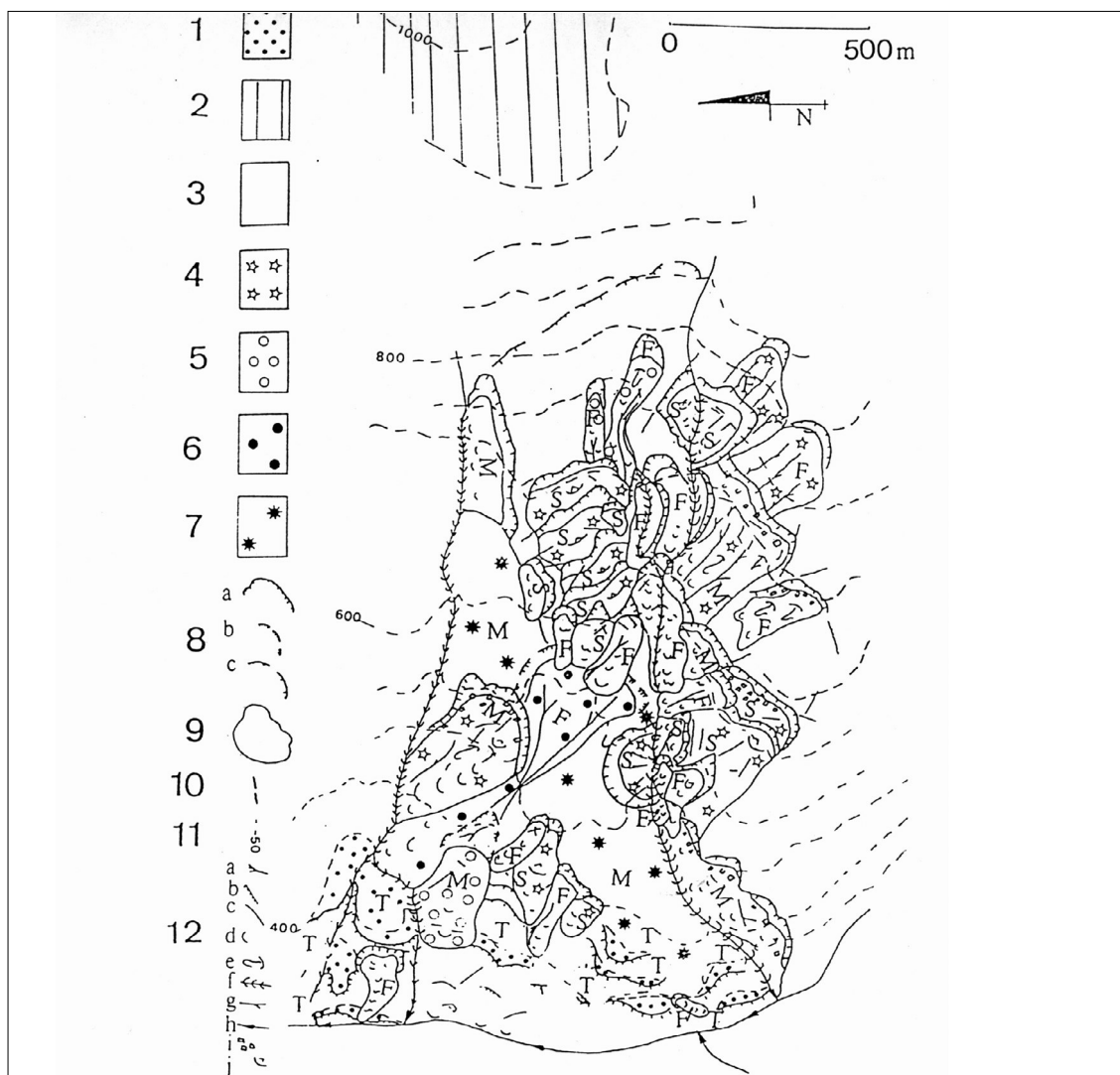


Figura 3. Ejemplo del uso de criterios morfológicos y crono-estratigráficos en la datación de movimientos de ladera. 1, terrazas fluviales; 2, superficie antigua; 3, argayos del grupo morfológico A; 4, argayos del grupo morfológico B; 5, argayos del grupo morfológico C; 6, argayos del grupo morfológico D; 7, argayos del grupo morfológico F; 8, coronas: a) conservada, b) erosionada, c) dismantelada; 9, depósito; 10, divisoria de aguas; 11, curvas de nivel; 12, rasgos morfológicos de los argayos: a) canales de flujos, b) escarpes, c) grietas abierta, d) lóbulos de acumulación, e) lóbulos de soliflucción, f) bloque rotado e inclinado contra pendiente; K, caída de rocas; S, deslizamiento; F, flujo; M, Mixto. (González, 1995).

La actividad se establece por la presencia, sobre la superficie del depósito, de algunos de los rasgos indicativos de movimiento, tales como grietas abiertas, árboles deformados, signos de reptación, estructuras civiles afectadas. Las relaciones existentes entre los argayos y obras de infraestructura en general, casas o árboles proporcionan también una medida del estado de movimiento de los mismos.

Los rasgos glaciares periglaciares

Los principales criterios usados en la identificación de rasgos y depósitos glaciares se describirán mediante el empleo de diapositivas. Se explicará qué es una morrena, sus tipos, así como otros rasgos típicos de modelado glaciar cómo son los lagos de represamiento, superficies pulidas, etc. Posteriormente se señalará sobre las fotos aéreas del área del Miera algunos de los rasgos identificados.

Los citados rasgos se representarán en un mapa topográfico (Fig. 4) de la zona a escala 1/50.000. A

partir de las relaciones de yacencia existentes entre dichos rasgos y el estado de conservación de los mismos se elaborará una cronología relativa, en la cual se identificarán diversas fases glaciares. Los resultados de este análisis se compararán con los resultados presentados en la bibliografía.

Los rasgos fluviales

Los niveles de terrazas y otros rasgos fluviales que existen en la zona, tienen un gran interés para el establecimiento de una cronología general en la región. La metodología seguida se basa en el análisis cartográfico de todos los rasgos indicativos de procesos fluviales, tanto actuales como pasados, incluyendo también los fondos del valle y las laderas colindantes.

Con el fin de realizar un análisis sistemático y homogéneo a lo largo del perfil longitudinal del río, se procederá a cartografiar los rasgos morfológicos fluviales existentes. En la cartografía se diferencia-

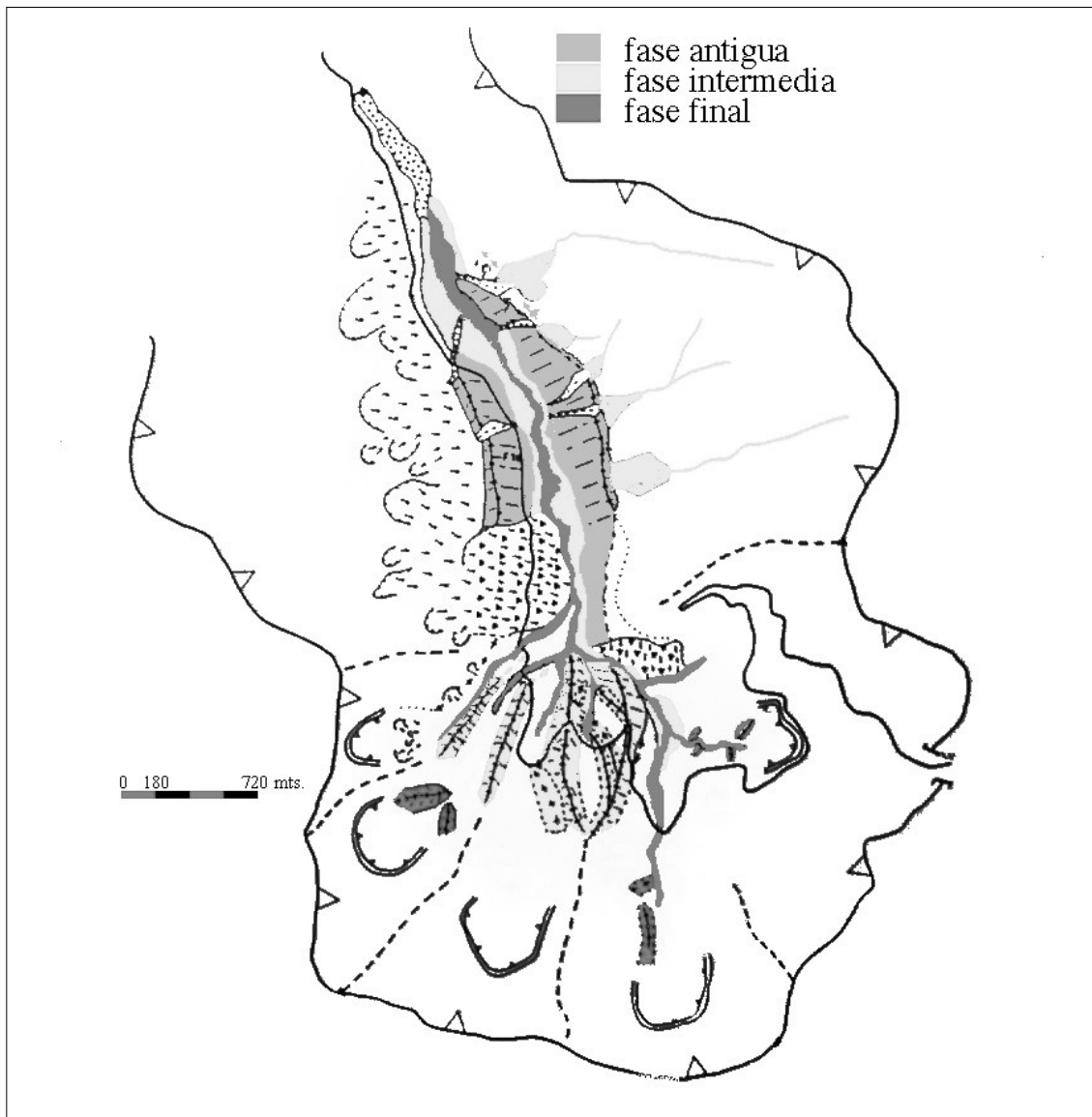


Figura 4. Mapa geomorfológico del glaciar del río Miera.

rán los depósitos, tanto en la llanura de inundación como en las terrazas fluviales. Dentro de la llanura de inundación se considerarán de forma separada el canal fluvial, la llanura de inundación baja y la llanura de inundación alta (Fig. 5).

Se cartografiarán los bordes superior e inferior de cada paquete sedimentario fluvial, los escarpes de los taludes de terrazas y los rellanos morfológicos. Se considerarán tres tipos de escarpes: fuertes, con taludes entre 50° y 90° de inclinación; abruptos, con taludes entre 20° y 50° de inclinación; suaves, con taludes de inclinación inferior a 20° . Los rellanos de terrazas presentan una inclinación inferior al 5%.

Se medirán las alturas máxima, mínima y media de cada rellano usando los datos presentados en el mapa topográfico. Estos datos se usarán a la hora de correlacionar estos depósitos a lo largo del río.

También se cartografiarán otros rasgos morfológicos denominados "fantasmas" (Fig. 5). Se incluyen como "fantasmas" todos aquellos rasgos que se

han interpretado como fluviales por sus características morfológicas o deposicionales, pero que no permiten definir niveles de terraza claros. Dentro de estos rasgos se diferencian dos tipos: rasgos claramente erosivos, ("fantasmas erosivos") y depósitos fluviales aislados en las laderas, que debieron corresponder a terrazas desmanteladas, ("fantasmas deposicionales").

Los "fantasmas erosivos" se reconocen principalmente por el contexto geomorfológico. Dentro de este grupo se han incluido las marcas producidas por la erosión fluvial en las rocas del substrato, así como los escarpes sobre depósitos cuaternarios con una altura del escarpe relacionada con niveles de terraza próximos y que dibujan en su cartografía líneas que podrían corresponder a superficies de terrazas desmanteladas (Fig. 5).

Las medidas de alturas se harán entre el canal fluvial y el rasgo, por lo tanto son alturas relativas. En el caso de medidas absolutas referidas al nivel

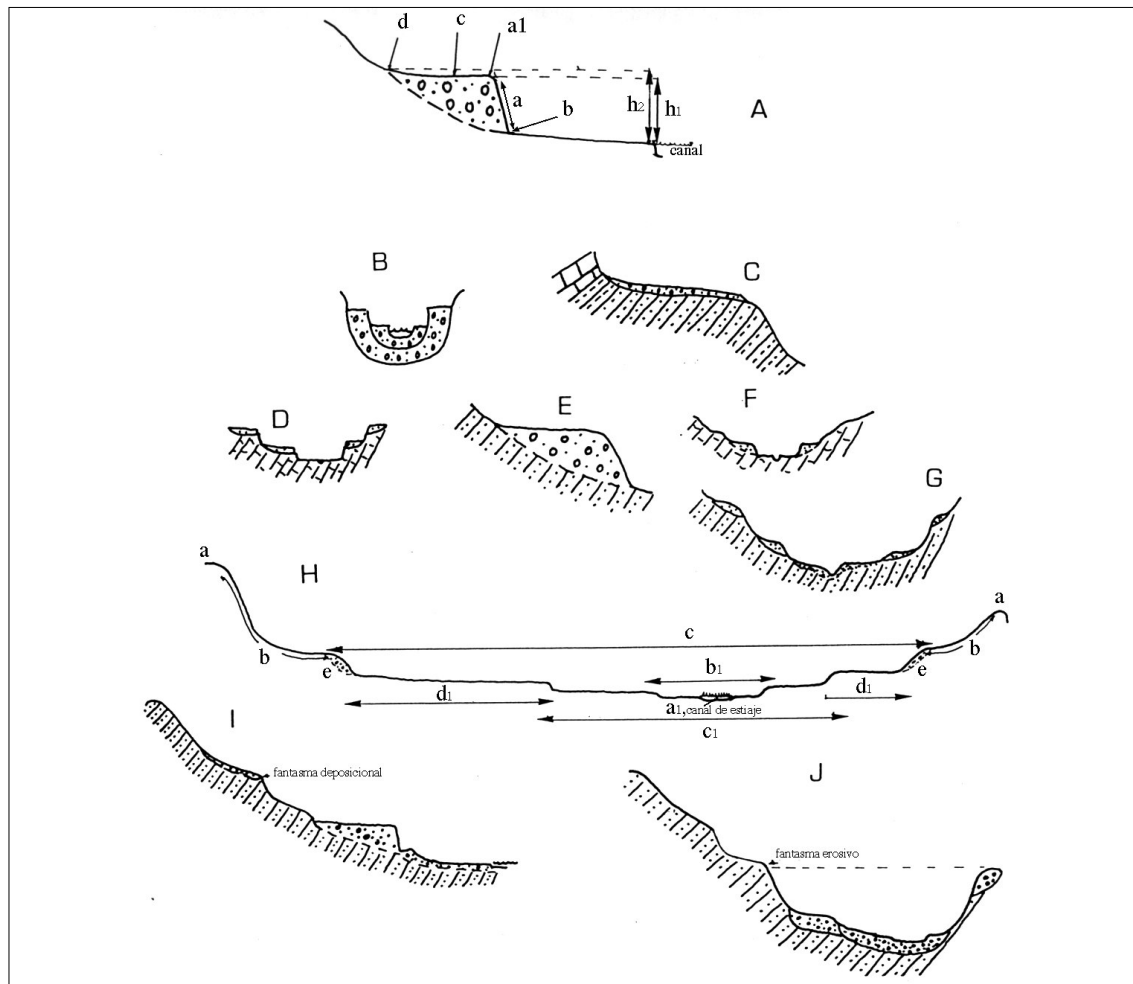


Figura. 5. A) elementos morfológicos de que consta una terraza fluvial: a, escarpe; a₁, límite superior del escarpe; b, pie del escarpe; c, rellano; d, límite superior de la terraza; h₁, altura máxima de la terraza; h₂, altura del escarpe. B) terrazas encajadas dentro del depósito. C) terrazas de erosión. D) terrazas escalonadas encajadas en el substrato. E) terrazas de deposición. F) terrazas simétricas. G) terrazas asimétricas. H) diferentes elementos morfológicos del fondo de valle: a₁, canal de estiaje; b₁, canal de crecida; c₁, llanura de inundación; d₁, llanura de inundación de alto periodo de retorno. I) "fantasma deposicional". J) "fantasma erosivo".

cero de la topografía, se indica entre paréntesis (s.n.m.), sobre el nivel del mar.

Aunque normalmente se utiliza el criterio de numerar como "terrazza 1" (T1) a la terraza más alta con respecto al canal, en este trabajo se ha designado como T1 al nivel de terraza más bajo de los cartografiados. Las razones por las cuales se ha optado por esta notación se deben al hecho de que existen numerosos niveles "fantasmas" por encima del nivel de terraza más alto. Si con el tiempo, aparecieran nuevos criterios y evidencias que permitieran identificar algunos de esos fantasmas como niveles de terrazas, la numeración de los niveles previamente identificados no se modificaría.

Se realizará un perfil longitudinal de los ríos Magdalena-Pas a partir de las bases topográficas a escala 1:50.000. Se tomará la altura (s.n.m.) del canal a partir de la intersección con las diferentes curvas de nivel. La distancia desde los puntos de medida a la desembocadura, siguiendo el curso del río, se midió con un curvímeter convencional, el perfil longitudinal del sistema Magdalena-Pas, así como su ecuación de ajuste, la curva de ajuste a la que da lugar el perfil y la pendiente del canal para cada segmento del mismo comprendido entre dos curvas de nivel.

Para la zona baja del río Pas, junto a la desembocadura (donde se sitúan las rasas), se llevará a cabo un análisis similar.

Con ayuda de la información precedente se procederá a la correlación de los niveles antes definidos a lo largo de toda la cuenca de los ríos Magdalena y Pas. Primero, se representarán los niveles fluviales inferiores, que presentan casi una perfecta continuidad espacial a lo largo del perfil longitudinal del río. Posteriormente se procederá de igual

forma con los niveles situados a mayor altura y que presentan peor o escasa continuidad espacial.

Con el fin de analizar mejor la información obtenida mediante la cartografía, se llevará a cabo la representación de los niveles de terraza sobre el perfil longitudinal del Sistema Magdalena-Pas. Posteriormente, bajo el perfil llevará a cabo un corte geológico en el cual se incluirá información relativa al prisma de sedimentos (Para ello se proporcionarán datos relativos al espesor de los sedimentos fluviales).

A la hora de analizar las superficies antiguas hay que tener en cuenta la siguiente reflexión. A medida que el relieve de un territorio va evolucionando, la topografía antigua se va desmantelando. Estos cambios del relieve se observan con claridad en ciertos ambientes geomorfológicos, como es el caso de los valles altos de las montañas que fueron expuestas a un ambiente glacial. Estos valles presentan una topografía suavizada y pulida muy característica, sobre la que se encuentra encajada en la actualidad la red hidrográfica holocena. Si el desmantelamiento holoceno ha sido poco intenso, es posible reconstruir las formas originales, a través de los restos de superficies de la antigua topografía.

El estudio de este tipo de superficies geomorfológicas es difícil cuando las diferentes superficies originales han sido bastante desmanteladas. Si los retazos conservados aparecen muy distantes en el espacio, o si se encuentran asimétricamente distribuidos con respecto al eje de valle, la interpretación y correlación de los mismos ocasiona también numerosos problemas. En síntesis, se parte de la foto-interpretación y cartografía de todas las superficies de erosión presentes en la zona (Fig. 6); posterior-

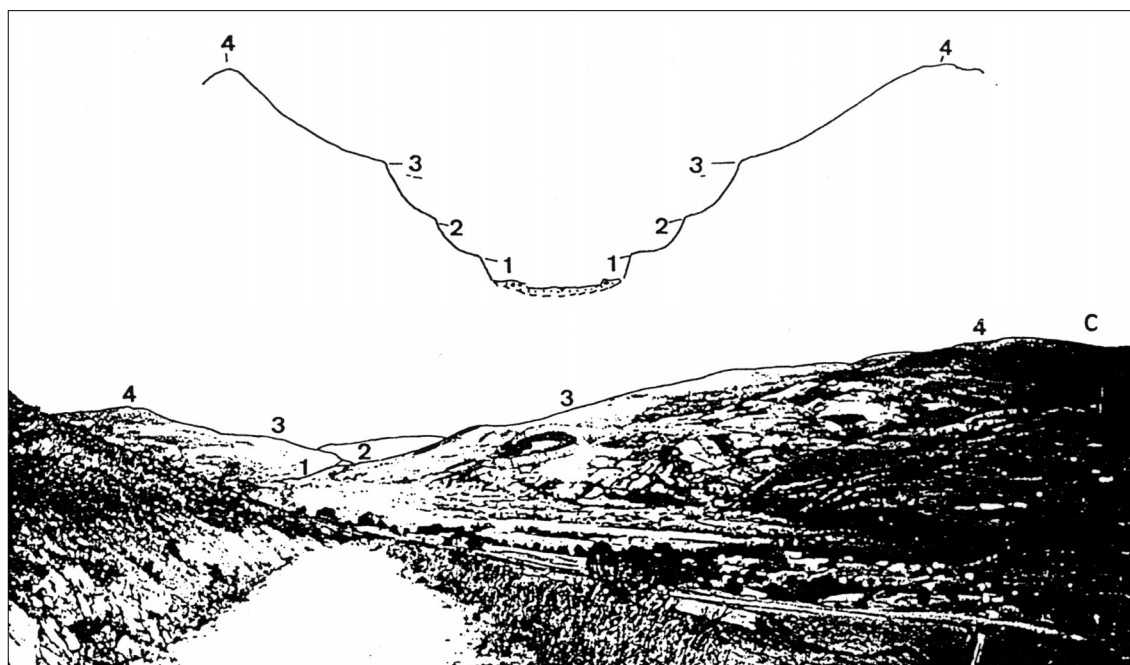


Figura 6. Panorámica de la zona media de la cuenca del río Pas, mostrando restos de superficies antiguas de erosión y laderas de valle, que aparecen representadas esquemáticamente en el perfil adjunto, 1 corresponde a la superficie más reciente y 4 a la más antigua.

mente se realiza un tratamiento de cada uno de los niveles identificados mediante el análisis de fotografías panorámicas. En estas fotografías se identifican todos los niveles posibles y se correlacionan para el resto de la cuenca por medio de perfiles transversales al valle..

Datación relativa de los depósitos en función de su estado de conservación y de las relaciones espaciales

En este trabajo se desarrolla un procedimiento para la datación relativa de argayos en función de una serie de parámetros morfológicos tales como: estado de conservación de la corona, superficie del rasgo, presencia de acanaladuras dentro del depósito, presencia de rasgos internos, etc. Los argayos identificados se clasificaron en cinco clases temporales en función de los siguientes criterios:

Clase 1, argayos recientes: está constituida por movimientos que tienen la morfología interna perfectamente conservada, tanto en las coronas como en los depósitos. Es frecuente que estos movimientos presenten signos superficiales de reptación.

Clase 2, argayos jóvenes: está caracterizada por movimientos con coronas conservadas; las superficies de acumulación presentan una topografía irregular. La superficie del depósito suele estar revegetada y algo suavizada, sin presencia de coronas menores. Es frecuente que las zonas deprimidas estén rellenas por sedimentos y si están encharcadas suelen estar colonizadas por asociaciones vegetales típicas de turbera.

Clase 3, argayos maduros: está constituida por movimientos cuyas coronas suelen presentar signos indicativos de erosión intensa, en algunos casos están casi dismanteladas. Los depósitos presentan síntomas claros de erosión, siendo frecuente que estos tengan acanaladuras y abarrancamiento de tipo fluvial. La superficie del depósito está muy suavizada. Los movimientos están revegetados por completo.

Clase 4, argayos viejos: está constituida por movimientos que presentan rasgos visiblemente erosionados, tanto en el depósito como en la corona; ésta última suele presentar un grado de erosión elevado o incluso estar dismantelada. Los depósitos presentan fuertes acanaladuras y abarrancamiento de tipo fluvial. La superficie del depósito está muy suavizada y todos están revegetados.

Clase 5, argayos ancianos: está constituida por movimientos profundos y de grandes dimensiones en los que el grado de erosión es muy elevado; las coronas están prácticamente siempre dismanteladas y, si aparecen, están muy erosionadas, casi confundidas con la topografía circundante. Alguno de los movimientos se reconoce por la posición geomorfológica que ocupa en la ladera, la disposición irregular de la estructura geológica o por la presencia de depósitos típicos de argayos en secciones dentro de la ladera. Todos estos depósitos aparecen revegetados.

Otro procedimiento que se llevará a cabo es el de datar formas a través de las relaciones espaciales que presentan éstas con otras o con depósitos superficiales ya datados por otros procedimientos. Para ello será muy importante el empleo de la cartografía geomorfológica antes citada.

Otro método consiste en la búsqueda de materia orgánica, dentro, sobre o bajo los argayos, que permita la datación por carbono-14 y así caracterizar temporalmente al depósito, tal como se comenta a continuación. La búsqueda de puntos de muestreo para la datación por ^{14}C exige un cierto entrenamiento del operador. Sin duda, los puntos de muestreo más fácilmente reconocibles por medio de fotografías aéreas, son las depresiones situadas sobre la superficie del argayo; estas depresiones pueden estar recubiertas por turberas o rellenas de sedimentos (Fig. 7). La materia orgánica datable existente en esas depresiones proporciona una edad mínima del argayo sobre el que se sitúan. Es importante que las depresiones seleccionadas no presenten signos de erosión, ya que esta circunstancia podría producir una pérdida de los materiales sedimentados, de tal manera que sucesión estratigráfica existente no cubriría adecuadamente el lapso de tiempo transcurrido desde que se produjo el argayo, lo que podría dar edades mínimas muy rejuvenecidas. La mayoría de los puntos identificados en este trabajo corresponden a depresiones situadas sobre argayos.

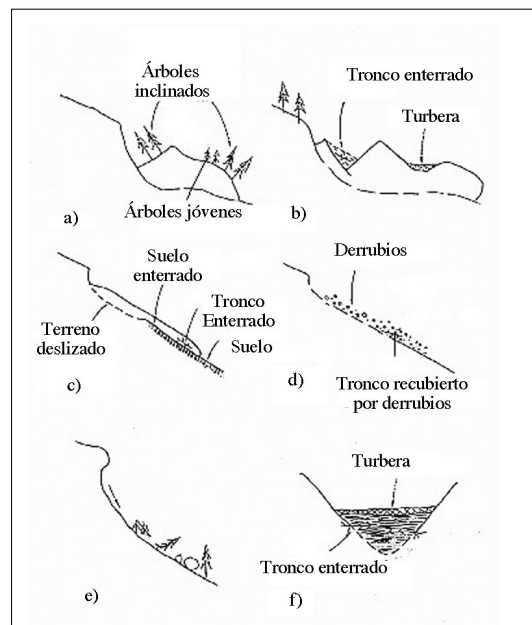


Figura 7. Diferentes situaciones geomorfológicas en las que pueden aparecer elementos para la datación absoluta de un argayo. (a) árboles inclinados, (b) relleno de depresiones por turberas, restos de troncos incluidos en el relleno de la depresión, (c) suelos erosionados, (d) depósitos orgánicos, árboles, restos óseos, piezas arqueológicas, incluidos dentro del sedimento del argayo, (e) árboles rotos por impactos de bloques sueltos, (f) rellenos de depósitos de obturación de ríos originados por movimientos de ladera. (Modificado de González, 1995).

Otro tipo de situación corresponde a depósitos de represamiento, originados cuando un argayo obtura el lecho fluvial, generando un embalsamiento temporal del agua. Los materiales que forman parte de éste tipo de presas naturales proporcionan también edades mínimas para la formación del argayo. Estos materiales presentan una accesibilidad muy deficiente, y en la mayoría de los casos se tienen que practicar zanjas para poder tener una sección del depósito.

La materia orgánica (u otro elemento datable) situada en el interior de un argayo, proporciona edades prácticamente sincrónicas con el movimiento. Si encontramos árboles incluidos dentro del depósito, la edad que se registra es la de la muerte del árbol. Esta muerte suele estar motivada por el argayo, aunque también existe la posibilidad de que se trate de restos de troncos muertos previamente e incluidos dentro del depósito durante el desarrollo del proceso. Este tipo de muestras no se encuentran con frecuencia; las circunstancias más favorables para

hallarlas corresponden a taludes o zanjas que corten a los depósitos.

Por último, debemos destacar aquellos depósitos que recubren suelos u otro tipo de material que posee materia orgánica. Las edades que se obtienen de estos materiales corresponden a edades máximas del argayo.

BIBLIOGRAFÍA

González, A. (1995). *Cartografía de movimientos de ladera y su aplicación al análisis del desarrollo temporal de los mismos y de la evolución del paisaje*. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo: 415 p.

Moñino, M. y Cendrero, A. (1987). Glaciarismo en el Alto Miera (Cantabria). *VII Reunión sobre el Cuaternario (AEQUA), Santander, 21-26 de septiembre*: 179:183.

Salas, L. (1993). *Análisis de las variaciones climáticas holocenas en la región cantábrica a partir de estudios palinológicos: influencia de la degradación diferencial del polen en las interpretaciones paleoclimáticas*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza. ■